

「无功补偿」

某铁矿筛分厂房提高用电质量设计讨论

文/大连神通电气有限公司 丛 羊 雷宏艳 曲业群

随着我国电力工业的迅猛发展，电网逐步扩张，必然要求电网系统利用率的提高。对于用户来说，为了满足国家水利电力部的要求，保证平均功率因数达到指标，必须采取无功功率的补偿措施。以铁矿筛分厂房为例，分析其无功补偿设计。

厂房实际用电质量分析

鉴于电力生产的特点，用户用电功率因数的高低，对发、供、用电设备的充分利用，节约电能和改善电压质量有着重要的影响。为了提高用户的功率因数并保持其均衡，以提高供用电双方和社会的经济效益，国家在1983年颁布了《功率因数调整电费办法》。根据此办法，铁矿厂属于160 kV·A以上的高压供电工业用户，所以其功率因数要达到0.9以上。但对于铁矿来说，其用电设备大部分为异步电动机，感抗负载，比如定量给矿胶带机、干式磁选机、渣浆泵、卸料小车等，这些负载的运行大大增加了电网中的无功功率，势必会降低功率因数，造成不必要的经济损失。另外，无功功率的影响还会体现在很多方面，比如：①削减发电机有功功率的输出；②降低输电、变压设备的供电能力；③造成线路电压损失增大和电能损耗的增加；④造成低功率因数运行和电压下降，使电气设备性能得不到充分发挥。由此可见，要想减少经济支出，提高电力输送的容量和质量，必须在电网中设置一些无功补偿装置来补充无功功率。

提高厂房用电功率因数及方案

此次对于某铁矿筛分厂房的设计中，为了提高实际用电功率因数，采用了集中补偿的办法，即在低压配电所内配置若干组电容器接在配电母线上。另外还有一种补偿方式为在电网上并入同步电动机，通过改变同步电动机励磁电流的方法来改变电路负载特性。但此种方法一般适用于大

型有电设备，此次设计没有较大设备，所以不考虑此种办法。如图1所示的是某铁矿筛分厂房的配电系统示意图，本次的设计方案为采用并联电容器组投切作为无功补偿装置，鉴于车间的有电设备，异步电动机所消耗的无功功率占总无功功率的67%，而且这些设备为三相电流平衡负荷，所以采用三相电容器同时投切的办法，也就是我们通常所说的共补方案。此办法由于结构简单价格低廉，所以用量最大，最广泛。

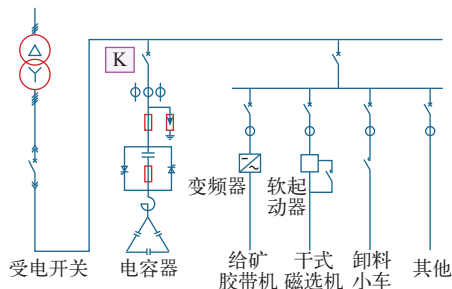


图1 某铁矿筛分厂房配电系统示意图

从图中可以看出，低压无功补偿采用以下元件：①无功自动补偿控制器（根据电网无功功率是否达到预订设定值来控制电力电容器的投入和切除）；②无触点晶闸管模块；③电容器（内带放电电阻）；④熔断器；⑤电流互感器；⑥避雷器；⑦开关；⑧电抗器（对无触点开关起到过电流保护作用，对电容器的过电流也起到抑制作用），另外，还装配监视用的电压表、电流表、功率因数表和信号灯等。本次选用晶闸管作为电容器的投入控制装置，主要是受铁矿加工车间的负荷特性影响，因为大部分的有电设备需要频繁

起停,这势必会对电网有较大影响,这也会导致电容器组的频繁投切动作。晶闸管是SVC分类中的TSC子类,由于很容易受涌流的冲击而损坏,因此晶闸管必须过零触发,就是当晶闸管两端电压为零的瞬间发出触发信号。过零触发技术可以实现无涌流投入电容器,另外由于晶闸管的触发次数没有限制,可以实现准动态补偿(响应时间在毫秒级),因此适用于电容器的频繁投切,非常适用于频繁变化的负荷情况。

电容器补偿容量的确定

通过对铁矿筛分厂房的负荷计算,有功功率为776 kW,无功功率为470 kvar,补偿前的自然功率因数为0.84。在确定无功补偿容量前,我们还应注意在轻负荷时要避免过补偿,倒送无功造成功率损耗增加,也是不经济的。而且功率因数越高,每千乏补偿容量减少损耗的作用将变小,通常情况下,将功率因数提高到0.95就是合理补偿。鉴于综合考虑,补偿后的功率因数按0.95设计。

电容器的补偿容量按以下公式1计算

$$Q_c = P \times (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) \quad (1)$$

$$= 776 \times (0.63 - 0.33) = 233 \text{ (kvar)}$$

式中, Q_c 为补偿电容器容量; P 为负荷有功功率; φ_1 为补偿前功率因数角,对应的功率因数为0.84; φ_2 为补偿后功率因数角,对应的功率因数为0.95。

由上式得出补偿电容器容量为233 kvar,为了设计方便以及选取元件的整齐性,补偿容量确定为250 kvar。

厂房电气设计讨论

由上面的论述得出,通过无功补偿后的功率

因数达到了0.95以上,达到了规定的数值,为用户带来了经济效益。除此之外,对本企业还有个不可忽视的作用就是降低系统的能耗,提高变配电设备的利用率。可以通过下面的式(2)得出由于功率因数的提高而使变配电设备减少的容量是多少。

$$\Delta S = P / \cos \varphi_1 - P / \cos \varphi_2 \quad (2)$$

式中, ΔS 为减少的设备容量;其他参数见式(1)。

按上式计算,本次设计减少的容量为107 kvar,由此可见,为用户减少了投资费用,提高了经济效益。

除了使用电容器无功补偿外,在设计过程中还对特殊设备采用变频器或软起动器运行。因为变频器内部滤波电容的作用,减少了无功损耗,从而增加了电网中的有功功率。在铁矿车间一般的胶带机都采用变频器运行,减少能量损耗。对于较大负荷,采用软起动器来起动,降低其起动电流,以免对电网造成较大的冲击。

结束语

文中集中讨论了提高某铁矿筛分厂房的用电质量问题,主要是采用电容器无功补偿装置来提高实际用电的功率因数,从而提高了用电质量。而无功补偿的方式有很多,这就需要在设计的过程中,对应具体的用电设备和负荷情况采取不同的补偿方式。只有进行合理的无功补偿,用电单位才能保证合理的用电,合理的省电,对整个电网的平稳运行起着非常重要的作用。EA

(收稿日期:2014.12.25)

[编辑:白文亭]

(上接第59页)

速度控制方式。但为了不出现争速以及负荷过大,使因包角小的它出现打滑造成网子张力不稳,在控制中采用了逆变器的“Droop”即卸载功能。也就是随着负荷增大到满载的情况,逆变器按照预设的、占电动机额定转速的比例值降低到设定的转速。以达到降低负荷的目的。另外为防止过载跳闸,它的正向转矩被限定在额定转矩以内。

辅助辊改为最小速度转矩方式后,由主辊发布转矩命令。通过负荷分配程序调整控制比例在1: < 1,同样可以实现类似速度模式下的“Droop”的功能。而且辅助辊的转矩随主辊正比

变化,对主辊的驱动效果是有利的。另外保留正向转矩限定额定之下的设定。

当主辊出现打滑负载下降时,辅助辊的转矩命令也会按比例降低。像为从辊补偿转矩一样,利用斜坡函数施加20%转矩,在恢复正常后逐渐撤除,并在退出正常运行时将补偿值清零。如果从辊不出现打滑情况,施加的转矩可以提高网子的张力,对主辊恢复正常出力有利。出现主从辊都打滑时,转矩占不足总转矩1/20的辅助辊无法驱动降下来的网速,会与主辊间速差加大超过报警限定,从而实现了在主从两辊都打滑的情况下报警停车。EA (收稿日期:2014.12.25) [编辑:白文亭]